



I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE AS FIRST CLASS MAIL IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS, WASHINGTON, D.C. 20231, ON THE DATE INDICATED BELOW.

David R. Lee
SIGNATURE OF PERSON MAILING PAPER

2/27/02
DATE OF SIGNATURE

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Application of)
)
Keiji Nakahara et al.)
)
on METHOD OF MANUFACTURING)
LIGHTWEIGHT HIGH-STRENGTH MEMBER)
)
Serial No.: 10/040,738)
)
Filed: November 1, 2001) (Our Docket No. 6731-01)

Hartford, Connecticut, February 27, 2002

Initial Patent Examination Division
Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

PETITION TO PERMIT COLOR PHOTOGRAPHS

UNDER 37 CFR 1.84(b)(1)

SIR:

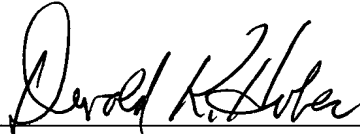
Applicants hereby petition pursuant to 37 CFR 1.84(b)(1&2), 37 CFR 1.84(a)(2), and other applicable authority, that they be permitted to use certain color photographs, and/or true photocopies thereof, as formal drawings in the above-referenced patent application. The involved drawings are those containing Figs. 4A, 4B, 4C, 5A, 5B, 5C, 6, 7, and 8.

In support of said petition, Applicants point out that the subject matter of the color photographs comprising Figs. 4A, 4B, 4C, 5A, 5B, 5C, 6, 7, and 8 are microphotographs

showing microstructures of metals which are important to an understanding of the invention, and are microphotographs which are of sufficient quality so that all details are reproducible in black and white in an issued printed patent, as evidenced by the drawings of the corresponding Japanese priority application no. 2000-335713 filed concurrently herewith.

This petition concerns the same drawing figures as the petition to permit color photographs under 37 CFR 1.84(b)(1) which was filed with the other documents of the instant application on November 1, 2001, and therefore it is believed that no additional fee is required for this petition. Nevertheless, if an additional fee is required, such additional fee and any other fee required by this petition, may be charged to our Deposit Account No. 13-0235.

Respectfully submitted,

By 
Donald K. Huber
Registration No. 18,686
Attorney for Applicants

McCormick, Paulding & Huber LLP
CityPlace II
185 Asylum Street
Hartford, Connecticut 06103-3402
(860) 549-5290

ES.

03/15/02
#3



I HEREBY CERTIFY THAT THIS CORRESPONDENCE IS BEING DEPOSITED WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE AS FIRST CLASS MAIL IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO: COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS, WASHINGTON, D.C. 20231 ON THE DATE INDICATED BELOW.

SIGNATURE OF PERSON MAILING PAPER

DATE OF SIGNATURE

Charles E. Lee
2/27/02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Application of)

Keiji Nakahara et al.)

on METHOD OF MANUFACTURING)
LIGHTWEIGHT HIGH-STRENGTH MEMBER)

Serial No.: 10/040,738)

Filed: November 1, 2001)

) (Our Docket No. 6731-01)

RECEIVED

APR 10 2002

OFFICE OF PETITIONS

Hartford, Connecticut, February 27, 2002

Initial Patent Examination Division
Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

PETITION UNDER 37 CFR 1.182 RE: NOTICE OF
OMITTED ITEM(S) IN A NON-PROVISIONAL APPLICATION

S I R:

This petition is made in response to the Notice of Omitted Item(s) in a Non-Provisional Application issued in respect to the above-identified patent application Serial No. 10/040,738, which Notice was issued under date of February 12, 2002. A copy of said notice is returned herewith in compliance with the requirement for such return set forth in the Notice.

03/15/2002 BNGUYEN1 00000050 10040730

01 FC:122

130.00 09

The Notice of Omitted Item(s) identifies the alleged omitted items as being Figs. 3A-1, 3A-2, 3B-1, 3B-2, 3C-1, and 3C-2.

In answer to the notice, Applicants contend that the above-identified alleged items were in fact deposited in the U.S. Patent and Trademark Office (USPTO) as part of the non-provisional application papers.

On October 29, 2001 Applicants' undersigned U.S. attorney received from Applicants' Japanese attorneys, a set of papers for use in filing the above-identified patent application in the USPTO on or before November 2, 2001. These papers included a number of identical sets of drawing sheets (with English legends) and a certified copy of Japanese priority patent application No. 2000-335713. A complete copy of this priority application is submitted herewith as Exhibit A. The drawing sheets retained in the below named attorney's file show that a complete set of drawing sheets consists of seven sheets with the third sheet thereof containing all of the alleged omitted items, namely, Figs. 3A-1, 3A-2, 3B-1, 3B-2, 3C-1, and 3C-2. A copy of this third sheet is submitted herewith as Exhibit B.

The file of Applicants' undersigned attorney also includes a set of drawing sheets believed to be copies of the formal drawings sent to the USPTO as part of the application as filed on November 1, 2001. This set of drawing sheet copies consists of six sheets numbered consecutively 1/6 to 6/6 and does not include any sheet corresponding to Exhibit B. This suggests that a formal drawing sheet corresponding to Exhibit B may not have been included with the set of drawings supplied with the application as filed. On the other hand, submitted herewith as Exhibit C is a copy of a postcard submitted to the USPTO with the application as filed and later returned to Applicants' undersigned attorney. This postcard indicates that the papers submitted with the filing of the application included a set of formal drawings consisting of six sheets, and it also indicates that an additional two sets of Figs. 3-6 were submitted with the application as filed. This therefore, suggests that the "additional two sets of Figs. 3-6" submitted as part of the

application as filed may have included two sheets corresponding to Exhibit B and containing the alleged omitted items.

If the alleged omitted items were indeed omitted from the set of formal drawings submitted with the application as filed, such omission was non-intentional, and it is submitted that Applicants' should, if necessary, be permitted to supply the omitted items at this time, without loss of the November 01, 2001 filing date with respect to those omitted items, especially since the specification submitted as part of the application as filed clearly refers to the alleged omitted items as being a part of the application and since said specification at page 13, line 11 to page 15, line 20, contains descriptions which are entirely consistent with and supportive of the information illustrated by the alleged omitted items. Also, the application filed on November 1, 2001 was intended to be an English language counterpart of the Japanese priority application of which one drawing sheet contains figures corresponding to the alleged omitted items - indicating Applicants' intent to have said figures be part of the U.S. application.

In connection with this, Applicants hereby confirm that Exhibit B is a true and accurate representation of Figs. 3A-1, 3A-2, 3B-1, 3B-2, 3C-1, and 3C-2 which Applicants intended to be included, by way of a formal drawing sheet, as part of the application as filed.

More conclusive of the issue, however, Applicants contend that the papers submitted with the application as filed on November 1, 2001 did include the alleged missing items insofar as said missing items were a part of the certified copy of Japanese priority application No. 2000-335713 (Exhibit A), which was part of the application as filed as evidenced by the return postcard (Exhibit C). The specification and claims of the instant application as filed are a complete and accurate translation of the priority application except for the claims of this application having been revised in comparison to the claims of the priority application to avoid multiple claim dependencies appearing in the claims of the priority application and the specification having been revised to accommodate revised figure designations in the drawings to conform better to U.S.

regulations; and the drawing sheets submitted as part of the instant application are identical to corresponding drawing sheets of the priority application except for the translation of Japanese language legends in the priority application drawings to corresponding English language legends in the drawings submitted as part of the instant application, and except for the separate portions of Figs. 3, 4, and 5 of the Japanese application being given separate figure designations in the U.S. application.

A copy of Fig. 3 of the priority application is submitted separately herewith as a separate exhibit, Exhibit D. Exhibit D corresponds exactly with Exhibit B except for the language of the figure legends and except for the six figures of Exhibit D having been given separate figure designations in Exhibit B in accordance with U.S. practice. Clearly Exhibit D presents the alleged missing items; and the original of Exhibit D as appearing in the submitted certified copy of the priority application, although informal, was readable and reproducible for publication purposes and should have been accepted, without correction, by the OIPE for examination purposes in accordance with MPEP Section 608.02(b).

In respect to the above, Applicants' undersigned attorney hereby declares that all statements made above of his own knowledge and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code, and that such willful false statements may jeopardize the validity of the instant application or any patent issued thereon.

In accompaniment with the above, Applicants are submitting concurrently herewith a letter to the Official Draftsperson submitting a new set of formal drawings to replace the formal drawings originally submitted with the application as filed. This new set of drawings is complete and includes the allegedly omitted items of the Notice. Acceptance and entry of these new formal drawings, in replacement for the originally

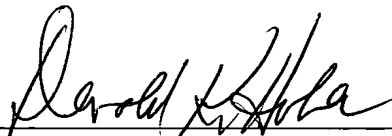
submitted drawings and without loss of the November 1, 2001 filing date in respect to the allegedly omitted items, is believed to be in order and is respectfully requested.

With the filing of the instant application, Applicants submitted a petition to permit color photographs under 37 CFR §1.84(b)(1). In view of the accompanying submission of new replacement drawings for the instant application, as a matter of precaution, Applicants are also submitting a new petition to permit color photographs under 37 CFR §1.84(b)(1), which new petition concerns the same drawing figures as the original petition to permit color photographs.

In summary, Applicants petition that they be found to have omitted no application parts when filing the application on November 1, 2001, that the new formal drawings submitted herewith by way of the accompanying letter to the Official Draftsperson be accepted in substitution for the drawings originally submitted on November 1, 2001, and that the application be accorded November 1, 2001 as its filing date for all of its parts including the alleged omitted figures.

A check in the amount of \$130.00 is enclosed herewith in payment of the petition fee for this petition under 37 CFR §1.17(h). Any refund of this fee payment may be made to our Deposit Account No. 13-0235. Also, any additional fees required by this petition and/or accompanying materials may be charged to our Deposit Account No. 13-0235.

Respectfully submitted,

By 
Donald K. Huber
Registration No. 18,686
Attorney for Applicants

McCormick, Paulding & Huber LLP
CityPlace II
185 Asylum Street
Hartford, Connecticut 06103-3402
(860) 549-5290

受領書

FP-4961

JP:基礎出願

平成12年11月 2日

特許庁長官

識別番号

100080001

氏名(名称)

筒井 大和

殿

提出日

平成12年11月 2日

以下の書類を受領しました。

項番	書類名	整理番号	受付番号	出願番号通知(事件の表示)
1	特許願	P-3705	50001422120	特願2000-335713

以上

EXHIBIT A

整理番号=P-3705

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-3705

【提出日】 平成12年11月2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 21/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区樽町三丁目7番60号 株式会社ヨロズ内

【氏名】 仲原 啓二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区小豆沢2-36-12 株式会社村山鉄工所内

【氏名】 水垣 保彰

【特許出願人】

【識別番号】 000253455

【氏名又は名称】 株式会社ヨロズ

【特許出願人】

【識別番号】 599141582

【氏名又は名称】 株式会社村山鉄工所

【代理人】

【識別番号】 100080001

【弁理士】

【氏名又は名称】 筒井 大和

【電話番号】 03-3366-0787

【選任した代理人】

【識別番号】 100093023

【弁理士】

【氏名又は名称】 小塚 善高

【手数料の表示】

提出日 平成12年11月 2日

頁: 2/ 2

整理番号=P-3705

【予納台帳番号】 006909

【納付金額】 21000

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 軽量高強度部材の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 自動車の足周り部品などの軽量高強度部材の製造方法であって、

S i を4.0～10.5重量%、C u を0.3～1.3重量%含有するアルミニウム合金の溶湯を鋳型内に注入して予成形品を鋳造する工程と、

前記予成形品を鍛造型を用いて熱間鍛造加工により最終成形品を成形する工程とを有することを特徴とする軽量高強度部材の製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の軽量高強度部材の製造方法において、鋳造工程は溶湯の加圧圧力を39MPa以上の圧力で加圧鋳造することを特徴とする軽量高強度部材の製造方法。

【請求項3】 請求項1または2記載の軽量高強度部材の製造方法において、鍛造加工後の部材を530～545℃の温度で4～10時間加熱する溶体化工程と、焼入れする工程と、170～180℃の温度で6～10時間加熱する時効工程とを有することを特徴とする軽量高強度部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はアルミニウム材料を使用した軽量高強度部材の製造方法に関し、特に、自動車用サスペンションリンクなどの足周り部品の製造に適用して有用な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

自動車用のサスペンションリンクの素材として鋼材に代えてアルミニウム合金を使用できれば、サスペンションリンクの軽量化を達成することができることから、サスペンションリンクのように高強度が求められる部品についても、アルミニウム合金材料の使用が研究されている。アルミニウム合金を使用した場合でもサスペンションリンクとしては、引張強度と耐力と伸びなどの機械的特性が所望

の値となるようにすることが必要である。

【0003】

アルミニウム合金を素材としてサスペンションリンクなどを製造するには、まず、溶湯を鋳型に注入して鋳造品つまり予成形品を鋳造し、この予成形品を鍛造型を用いて鍛造加工により最終成形品つまり鍛造品を成形し、次いで、鍛造品を熱処理することが行われており、従来では、鋳造工程は鋳型の中に溶湯をその自重で注入するようにした重力鋳造が行われている。

【0004】

アルミニウム材料を用いて重力鋳造するには、溶湯の鋳型内における流動性つまり鋳造性が良好であって、鋳造割れなどの鋳造欠陥が発生しないようにすることが重要となる。アルミニウム材料の鋳造性を向上させるには、アルミニウム合金にSiを含有させることが知られているが、アルミニウムに含有させるSi量を多くすると、伸び率などの引張特性が劣り、機械特性に優れた鍛造製品を得ることができない。

【0005】

そこで、従来では鋳造性を確保しながら引張特性を高めるために、共晶Siを微細化するようにした技術が、たとえば、特開平5-9637号公報（公知例1）および特開平7-109536号公報（公知例2）に示されるように提案されている。この場合には、AC4CやAC4CHなどの従来のアルミニウム合金に比較して共晶Siを微細化するために、Siを2.0～3.0重量％に低減した溶湯を用いて予成形品を重力鋳造し、その予成形品を鍛造加工するようにしている。これらの技術にあっては、共晶Siの平均粒径を20μm以下に微細化するために、Pの含有量、Fe含有量を規制するようになり、Na、Sr、Sbなどを添加するようになっている。

【0006】

一方、特開平8-3675号公報（公知例3）は、Siを0.6～3.0重量％とし、鍛造時の熱間割れを防止するために、合金設計値から換算したMg₂Si量が1.5重量％以上となるように合金成分を調整した鍛造用アルミニウム合金を開示しており、鋳造時における鋳造冷却速度を低下させてゆっくりと冷却するようにして

いる。また、特開平9-3581号公報（公知例4）は、S iを6.5～8.重量%含むアルミニウム材料を鑄造する際に溶湯を電磁攪拌または機械攪拌することにより初晶デンドライトを塊状化するようにした技術を開示している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

鑄造により成形された予成形品を鍛造加工して最終成形品を得るようにした従来の軽量高強度部材にあっては、鑄造工程は溶湯を自重によって鑄型の中に注入するようにした重力鑄造を用いており、公知例1および公知例2にあっては、S i含有量を低減して共晶S i量を低減するとともに共晶S iを微細化するようにしているが、S i含有量を低減すると、鑄造割れが発生することになる。これを改善するために、公知例3では、Mg₂S i量およびS i量を増加させるべく、鑄造冷却速度を緩慢化させるようにしており、デンドライトの樹枝間が粗大化し、耐力値を確保することができなくなるおそれがある。

【0008】

一方、高強度部材の生産性の向上を達成するには、重力鑄造よりも加圧鑄造が優れているが、加圧鑄造を行うと重力鑄造よりも共晶S iが凝集して大きな塊となり、機械特性の低下原因となることから従来は重力鑄造が採用されていた。

【0009】

そこで、サスペンションリンクなどの高強度部材をアルミニウム合金を使用して鑄造工程と鍛造工程とにより製造し、所望の引張強度と耐力と伸び値とを有する軽量高強度部材を得るために本発明者は種々の実験と研究を行った。

【0010】

その結果、重力鑄造で予成形品を鑄造する際にはS iの含有量をいかに低減するか技術課題が注がれていたが、S i含有量を4.0～10.5重量%として従来技術よりも多く含有させるとともにCuを0.3～1.3重量%含有させると、加圧鑄造によって予成形品の成形を行っても、共晶S iの凝集が粗大化せずに、結晶粒を微細化することができ、自動車の足周り部品として必要な所望の機械的特性値を有する製品を製造することができることが判明した。

【0011】

本発明の目的は、所望の機械的特性を有する自動車の足周り部品のような軽量高強度部材を製造し得るようにすることにある。

【0012】

本発明の他の目的は、アルミニウム合金の溶湯を用いて鑄造する際に、鑄造割れを発生させることなく、能率的に鑄造し、かつ所望の機械的特性値を有する軽量高強度部材を製造し得るようにすることにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明の軽量高強度部材の製造方法は、自動車の足周り部品などの軽量高強度部材の製造方法であって、S iを4.0～10.5重量%、C uを0.3～1.3重量%含有するアルミニウム合金の溶湯を鑄型内に注入して予成形品を鑄造する工程と、前記予成形品を鍛造型を用いて熱間鍛造加工により最終成形品を成形する工程とを有することを特徴とする。

【0014】

本発明の軽量高強度部材の製造方法は、鑄造工程は溶湯の加圧圧力を39MPa以上の圧力で加圧鑄造することを特徴とする。

【0015】

本発明の軽量高強度部材の製造方法は、鍛造加工後の部材を530～545℃の温度で4～10時間加熱する溶体化工程と、焼入れする工程と、170～180℃の温度で6～10時間加熱する時効工程とを有することを特徴とする。

【0016】

本発明にあっては、S iを4.0～10.5重量%含み、かつC uを0.3～1.3重量%含むアルミニウム合金の溶湯を用いて鑄造により予成形品を形成し、この予成形品を鍛造型を用いて鍛造加工により最終成形品を成形する。鑄造工程としては、溶湯の加圧圧力を39MPa以上の圧力で加圧鑄造を行うことができる。これにより、共晶S iが十分に分散化され、伸び値を所望値とすることが可能な軽量高強度部材を製造することができた。

【0017】

この理由は、アルミニウム合金を加圧して冷却凝固させると、 α 組織部つまり

デンドライトが形成されるが、Siが4.0重量%未満では、それぞれのデンドライトの樹枝間のスペースつまりアーム間隔が狭くなるので、Siが樹枝間のスペース内に滞留せず、Siがデンドライト樹枝間の外部に排出されることになると推測される。排出されたSiは、アルミニウムと共晶組織を形成するとともに互いに凝集してデンドライト組織の外部に塊状の固まりとなって生成される。共晶Siは殆ど靱性を持たないことから、引張強度、耐力および伸び値を低下させる原因となる。

【0018】

これに対して、Siを4.0重量%以上にすると、樹枝間隔のスペースが広くなって、加圧下での凝固過程で生成されるSiとAlからなる共晶Siは広い樹枝間に捕捉されることになり、鑄造組織の全体に共晶Siが分散されることから凝集する共晶Siが少なくなることが判明した。共晶Siが分散され凝集される量が少なくなると引張強度や耐力のみならず伸び値を向上させることが可能となる。特に、4%以下の低Siの溶湯を加圧鑄造した場合には、共晶Siの凝集が見られたが、4%以上の高Siの溶湯を加圧鑄造すると、共晶Siの凝集現象は低減した。

【0019】

一方、Siを10.5重量%以上含有させると、伸び値が低下することが判明した。この理由はデンドライトの発生密度が減少して共晶組織が増加することになるからであると考えられる。したがって、Siを4.0～10.5重量%含有するアルミニウム合金を用いると、所要な機械的特性を有する軽量高強度部材を得ることができる。

【0020】

加圧鑄造としては、注入圧力を39MPa以上の圧力、たとえば98MPa程度とし、注入速度を、たとえば30cm/秒以上とした。加圧鑄造により予成形品を成形すると、冷却速度を早くすることができ、鑄造組織の微細化を図り、高い耐力値を獲得することができる。具体的には、樹枝間のスペースは約30μm以下に微細化され、その中に共晶Siが捕捉されることになる。ただし、冷却速度を早くすることができれば、重力鑄造によっても、同様の効果を得ることができる。

る。共晶S i の樹枝間への捕捉に加えて、素材にS r , S b , T i , Bなどを添加することによってS i 共晶を微細化することができ、伸び値を高めることができる。

【0021】

特に、C u を0.3 ～1.3 %含有させると、S i を4.0 ～10.5重量%としても、 casting時に共晶S i の凝集の発生を防止することができ、伸び値などの機械的特性を向上させることができる。一方、C uに加えてM g を0.3 ～1.3 重量%含有させることによって、耐力値を向上させることができる。

【0022】

鍛造後の予成形品は熱間鍛造加工により最終製品の形状に成形される。鍛造加工に際しては、鍛造品を350～450℃に加熱して熱間鍛造を行っており、これにより、伸び値が10%以上となる。この伸び値は自動車用の足回り部品として十分な値である。鍛造加工を行う前の予成形品の伸び値は、7～15%程度の範囲にばらついたが、鍛造加工によって伸び値を平均化することができる。この理由は、鍛造組織は若干の偏析分散の不均一性が存在するからであると考えられるが、鍛造加工を施すことによって不均一性が緩和されるとともに、偏析分散の無害化が図られて、伸び値が向上し、そのばらつきがなくなるからであると考えられる。

【0023】

引張試験データによると引張強度と耐力値については、鍛造品と鍛造品とでは差異はなく、所要の耐力値は鍛造段階で確保する必要があるが、鍛造段階で素材を前述した元素配合として樹枝間スペースに共晶S i を捕捉するようにし、さらに微細化することが重要である。このように、耐力値について差異がないことから、伸び値が低くても良い場合には、鍛造加工を行うことなく、鍛造品を製品として使用することもできる。

【0024】

鍛造品はT6 熱処理される。この熱処理は鍛造品を530～545℃の温度で4～10時間加熱する溶体化工程と、加熱後に水冷する水焼入れ工程と、170～180℃の温度で6～10時間加熱する時効工程とを有している。溶体化工程

において α 組織部の中にMg, Cu, Siなどの合金成分が取り込まれて固溶量が増加し、焼入れにより増加した固溶量が α 組織の中に固定される。

【0025】

溶体化処理の温度を高くすると、共晶部の合金成分が溶解つまりバーニングすることになり、製品特性を低下させることになる。これに対して、本発明にあっては、Si量を前述したように、4.0～10.5%の範囲としたので、共晶Siがデンドライトの樹枝間に取り込まれて分散化され、凝集される共晶Si量が低減されることになり、溶体化温度を従来より高くすることができ、製品特性を向上させることができる。

【0026】

【発明の実施の形態】

図1は軽量高強度部材の一例であるサスペンションリンクの製造工程を示す工程図であり、前述した成分のアルミニウム材料は溶融炉などにおいて溶融状態とされる。溶湯温度730℃に加熱された溶湯は、鑄造工程の鑄型に注入圧力98MPaの圧力で注入される。これにより、鑄造品である予成形品が形成される。鑄造品は350℃に予熱した後に鍛造金型により熱間鍛造加工され、最終成形品に成形される。

【0027】

鍛造品は鍛造加工時に発生したランド部と言われるバリがトリミング工程において除去された後に、蛍光探傷検査工程に送られて製品検査を行い、適正な製品については熱処理を行うことにより最終製品が製造され、さらに必要な機械加工が施される。

【0028】

図2は鑄造工程に用いる横型締め縦鑄込み式高圧鑄造装置10を示す図であり、この鑄造装置はそれぞれ金属製の第1と第2の鑄型11, 12を有し、それぞれの鑄型11, 12には鑄造製品の形状に対応した凹部13が形成されている。一方の鑄型12は他方の鑄型11に対して水平方向に接近離反移動自在となり、両方の鑄型を型締めすることにより、それぞれの凹部13により鑄造製品に対応したキャビティが形成されることになる。

【0029】

鋳型11, 12の下方には支持軸14によりこれを中心に揺動自在となった溶湯注入機15が設けられており、この溶湯注入機15は射出スリーブ16内に往復動自在に設けられたプランジャ17を有し、このプランジャ17は加圧シリンダ18によって駆動されるようになっている。この高圧鋳造装置10を用いて予成形品を鋳造するには、溶湯を射出スリーブ16内に供給した後に、一方の鋳型12を他方の鋳型11に接近させるとともに射出スリーブ16が型合わせ面に対して直線状となるように溶湯注入機15を揺動させる。さらに、射出スリーブ16を鋳型11, 12に向けて接近させて密着させた後に、加圧シリンダ18を駆動してキャビティ内に溶湯を注入する。注入速度は30cm/秒とした。

【0030】

【実施例】

図3は組成A～Cの3種類の材料を用いた実施例の機械的特性を示す特性線図であり、図3(A1)は組成Aの材料を用いて加圧鋳造により得られた予成形品の機械的特性を示し、図3(A2)はその予成形品を熱間鍛造加工により成形した後の最終成形品の機械的特性を示す。同様に、図3(B1)は組成Bの材料を用いて加圧鋳造により得られた予成形品の機械的特性を示し、図3(B2)はその予成形品を熱間鍛造加工により成形した後の最終成形品の機械的特性を示し、図3(C1)は組成Cの材料を用いて加圧鋳造により得られた予成形品の機械的特性を示し、図3(C2)はその予成形品を熱間鍛造加工により成形した後の最終成形品の機械的特性を示す。なお、実際の製品を製造する際には、予成形品を用いて熱間加工により最終成形品を成形した後は、T6処理を行うが、予成形品と最終製品との機械的特性値を比較のために、予成形品と最終製品のそれぞれについて、T6熱処理を行った。A～Cの組成は以下の通りである。

【0031】

組成AはSiが3.50%、Mgが0.39%、Cuが0.66%、Feが0.09%であり、組成BはSiが5.00%、Mgが0.39%、Cuが0.80%、Feが0.10%であり、組成CはSiが7.20%、Mgが0.42%、Cuが0.87%、Feが0.12%である。

【0032】

引張強さおよび0.2%耐力については、鑄造後の予成形品と最終製品ともにSi量が増加するに伴って向上することが判明し、これらの特性値は予成形品と最終製品とでは差異は大きくないが、鍛造加工後の最終製品の7%Siは、引張強さが373MPa、0.2%耐力が255MPaと高い数値が得られた。これらの特性値のばらつきは、鑄造後に比べて鍛造加工によって安定する傾向があると判明した。

【0033】

伸び値についても鑄造後の予成形品と最終製品ともにSi量が増加するに伴って向上することが判明し、鑄造後と鍛造後で比較とする、各Si量のそれぞれについて、鍛造加工により伸び値が5%向上することが判明した。特に、7%Si量では、鍛造後の伸び値は15%以上と高い数値が得られた。伸び値のばらつきについても、Si量による改善効果が明瞭であり、7%Si量では加圧鑄造後および鍛造加工後ともにばらつきが安定することが判明した。

【0034】

これに対して、Si量が3重量%の場合には、図3(A2)に示すように、伸び値のばらつきが大きくなってしまい、量産品としては好ましいと言えず、Siが4重量%以下となると、伸び値のばらつきが大きくなった。一方、Si量を10.5重量%以上とすると、デンドライトの発生密度が低下し、Si共晶の占有率が多くなり、Cuを前述した重量%含有させても、10%以上の伸び値は期待できない。

【0035】

以上のように、4~10.5重量%のSiと0.3~1.3重量%のCuとを含有するアルミニウム合金を素材として、加圧鑄造のように溶湯を急速に冷却しながら鑄造して予成形品を成形した後に鍛造金型により最終成形品を形成すると、良好な機械的特性を有する高強度部材が得られることが判明した。

【0036】

図4(A)~図4(C)は、前述した組成A~Cの予成形品についてのミクロ組織を示す顕微鏡写真であり、Si共晶の捕捉状況が示されている。図4(A)に示されるように、Si量が3重量%の場合にはデンドライトの樹枝間のスパー

スが狭くなり、共晶Siが外部に排出されて樹枝間には捕捉されていないことが分かる。これに対して、図4(B), (C)に示すように、Si量を5重量%とした場合および7重量%とした場合には、樹枝間のスペースに共晶Siが捕捉されていることが分かる。

【0037】

図5(A)～図5(C)は組成A～Cの予成形品について、捕捉されなかった塊状共晶偏析の発生状況を示す高感度X線画像解析写真である。

【0038】

3%のSi量の予成形品Aでは、図5(A)に示されるように、中央部に共晶Siが塊状に凝集していることが分かる。5%のSi量の予成形品Bでは、図5(B)に示されるように、僅かに凝集が観察される程度であり、7%のSi量の予成形品Cでは、図5(C)に示されるように、X線で観察されないレベルまで共晶Siが微細化されていることが分かる。

【0039】

図6は3%Si量の予成形品Aのマクロエッチングを示す写真であり、図7は7%Si量の予成形品のマクロエッチングを示す写真である。図6に示されるように、3%Si量の予成形品では大きく塊状に凝集した偏析が明瞭に観察されたが、7%のSi量の予成形品Cでは偏析は大きく凝集することなく、観察されない程度まで分散した。

【0040】

図8はSiを11.1重量%、Cuを2.4重量%、Mgを0.25重量%、Feを0.79重量%とした材料を用いて加圧鋳造した予成形品を示す組織写真である。図8において白色の円形島状の部分はAlの α 組織であり、その間の微細な灰黒色の部分がAl-Siの共晶組織である。このように、Siを11.1重量%とした材料を用いて鋳造すると、予成形品は共晶の比率が α 組織よりも多くなった共晶主体の組織となり、この予成形品を用いて鍛造加工を行っても、伸び値は2～3%程度しか期待できない。

【0041】

この結果から、Siを4.0～10.5重量%含有させ、Cuを0.3～1.3重量%含

有させたアルミニウム合金を使用して、加圧鋳造によって高い速度で冷却させると、Al-Si共晶偏析はデンドライト樹枝間の偏析プール機能によってその多くが捕捉され、凝集を形成する割合が少なく、凝集も分散する。これにより、伸び値の特性に優れた軽量高強度部材を得ることができた。

【0042】

逆に、本来共晶偏析の少ない4%Si量以下ではデンドライトの樹枝間には偏析を捕捉する機能が低いため生成された偏析のほぼ全量が図6に示すように一部に凝集する結果、図5(A)に示されるように塊状の偏析フローパターンが形成される。一方、10.5重量%以上ではデンドライトの発生密度が低下して共晶Si量が増加することになる。このため、伸び値の特性としては所望の特性値のものを得ることができなかった。

【0043】

本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0044】

【発明の効果】

鋳造工程と鍛造工程とを有する軽量高強度部材の製造方法において、Siを4.0～10.5重量%含有し、Cuを0.3～1.3重量%含有するアルミニウム合金を素材として鋳造により予成形品を成形した後に鍛造加工により最終成形品を成形することによって、サスペンションリンクなどの自動車の足周り部品として所望の機械的特性を有する製品を能率的に製造することができる。アルミニウム合金に含まれるSi量とCu量を前述した値に設定することにより、鋳造時に共晶Siの凝集を発生させることなく、結晶粒は微細化して均一に分散され、自動車の足周り部品として必要な機械的特性を有する製品を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

軽量高強度部材の製造工程を示す工程図である。

【図2】

鋳造工程に用いる横型締め縦鋳込み式高圧鋳造装置を示す断面図である。

【図3】

(A1), (B1), (C1) はそれぞれ組成A～Cの3種類の材料を用いて
鋳造加工により得られた予成形品の機械特性を示す特性線図であり、(A2),
(B2), (C2) はそれぞれの予成形品を熱間鍛造加工した最終成形品の機械
的特性を示す特性線図である。

【図4】

(A)～(C) は、組成A～Cの予成形品についてのミクロ組織写真であり、
Si共晶の捕捉状況を示す。

【図5】

(A)～(C) は、組成A～Cの予成形品についての高感度X線画像処理写真
であり、塊状共晶偏析の発生状況を示す。

【図6】

組成Aの予成形品のマクロエッチングを示す写真である。

【図7】

組成Cの予成形品のマクロエッチングを示す写真である。

【図8】

Siを11.1重量%含有する材料を用いた鋳造後の予成形品のミクロ組織写真で
ある。

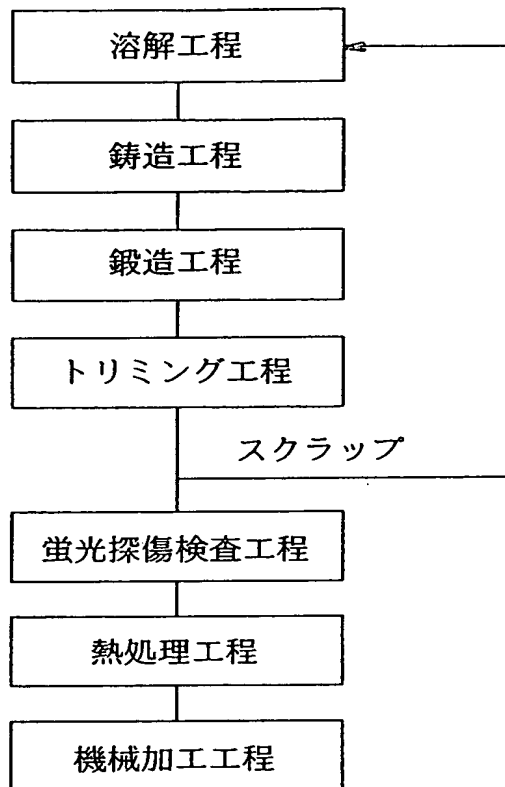
【符号の説明】

- 11, 12 鋳型
- 13 凹部
- 15 溶湯注入機
- 16 射出スリーブ
- 17 プランジャ

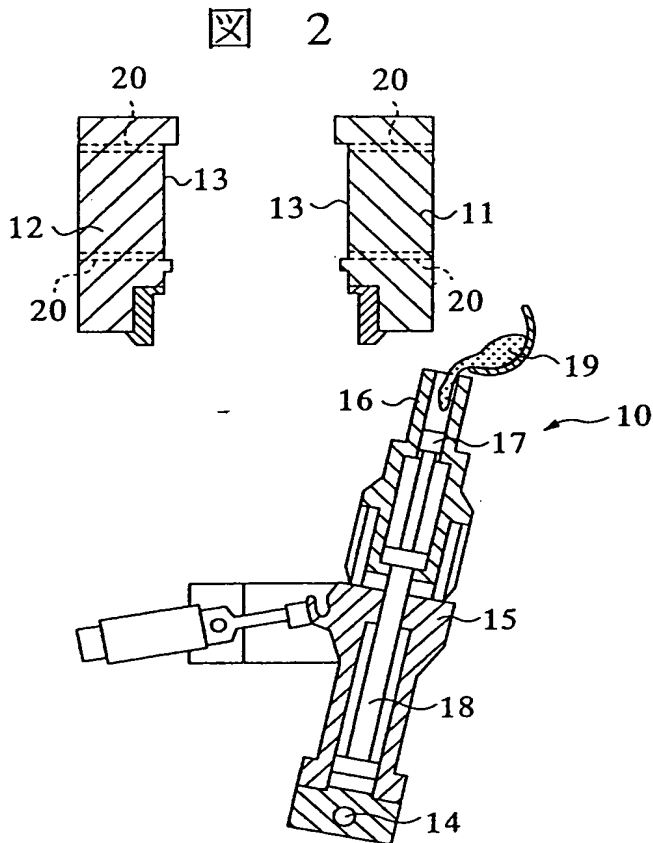
【書類名】 図面

【図1】

図 1

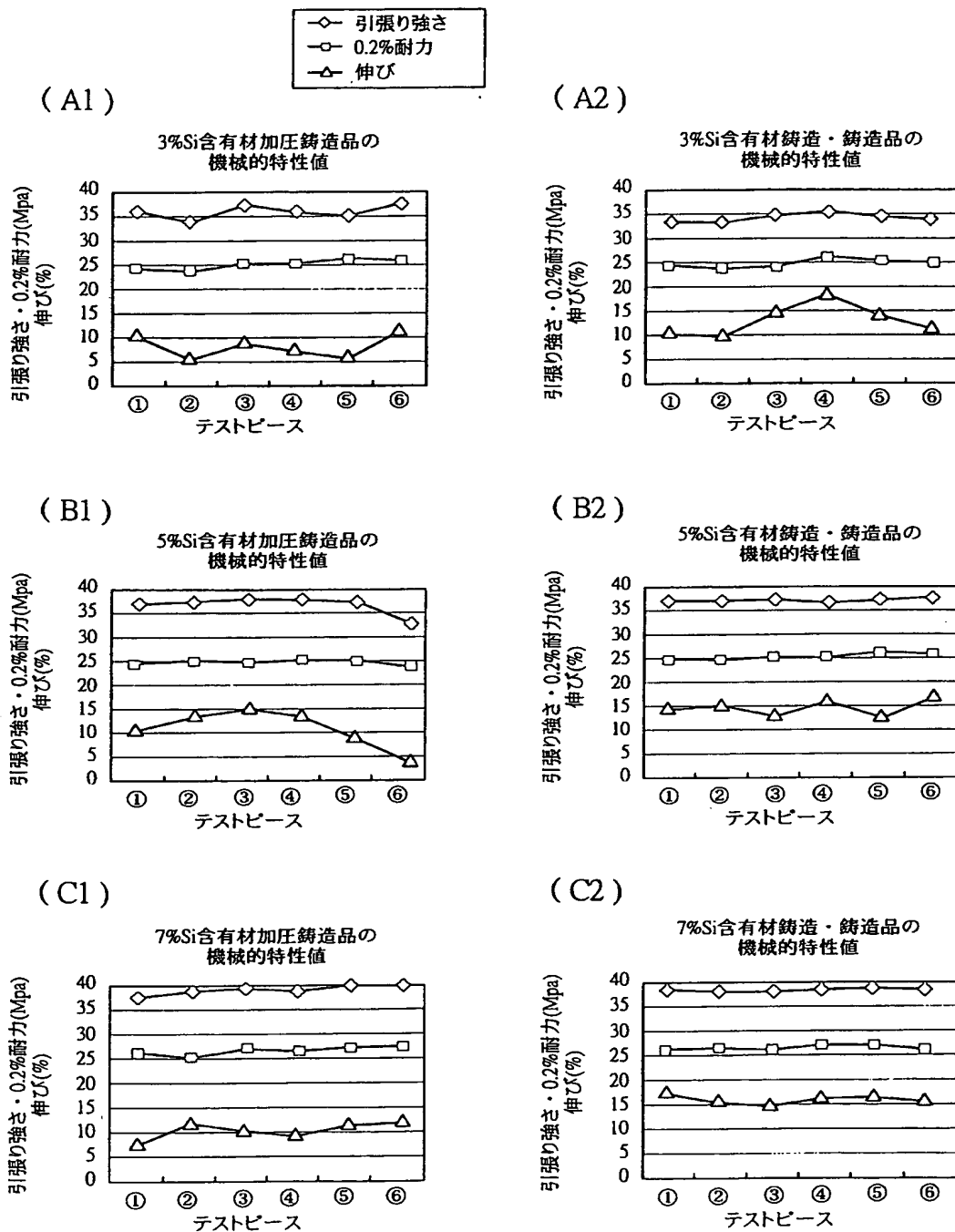


【図 2】



【図3】

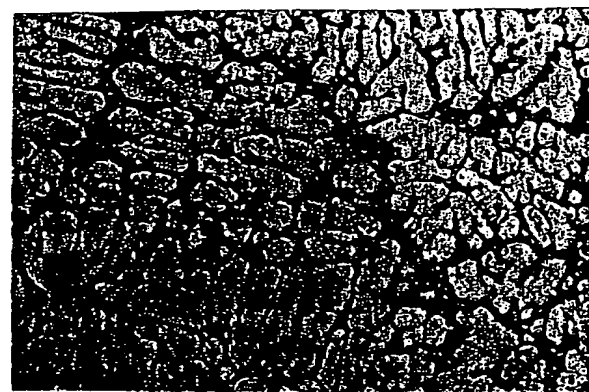
図 3



【図4】

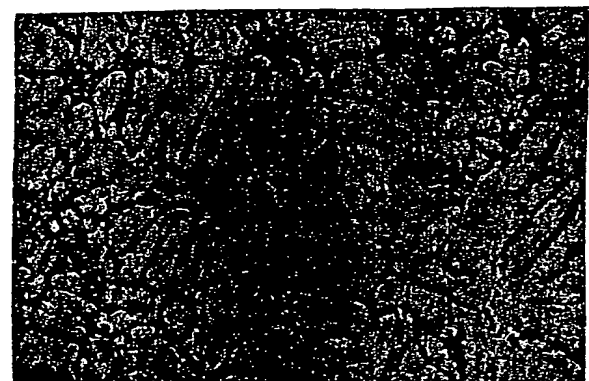
4

(C)



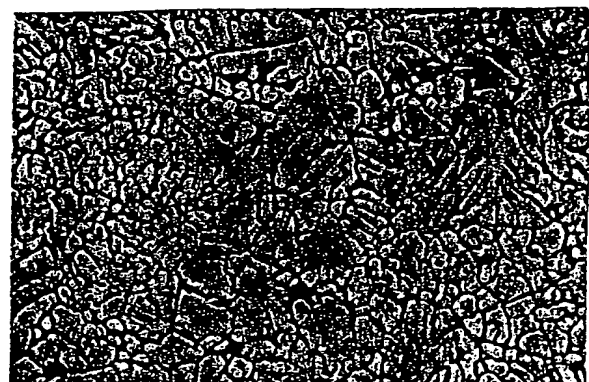
③7%Si量材

(B)



②5%Si量材

(A)



①3%Si量材

BEST AVAILABLE COPY

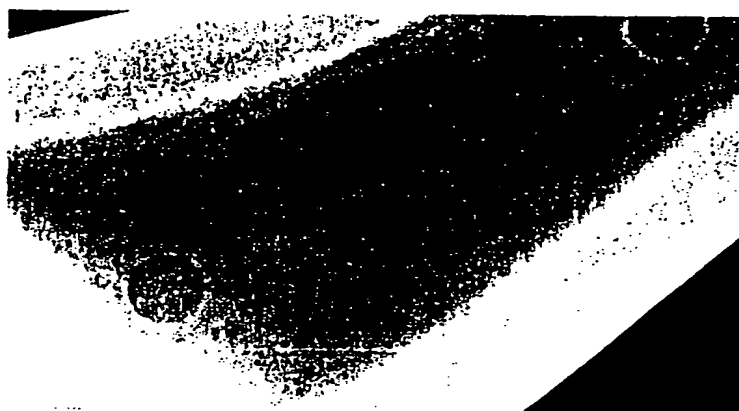
【図5】

図 5

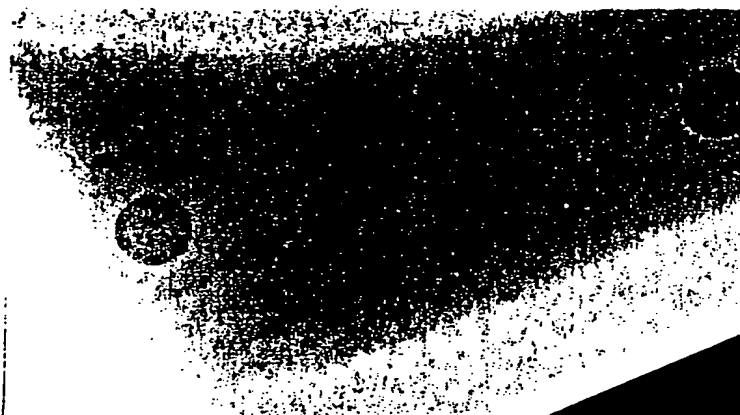
(A)



(B)



(C)



BEST AVAILABLE COPY

【図6】

図 6



【図7】

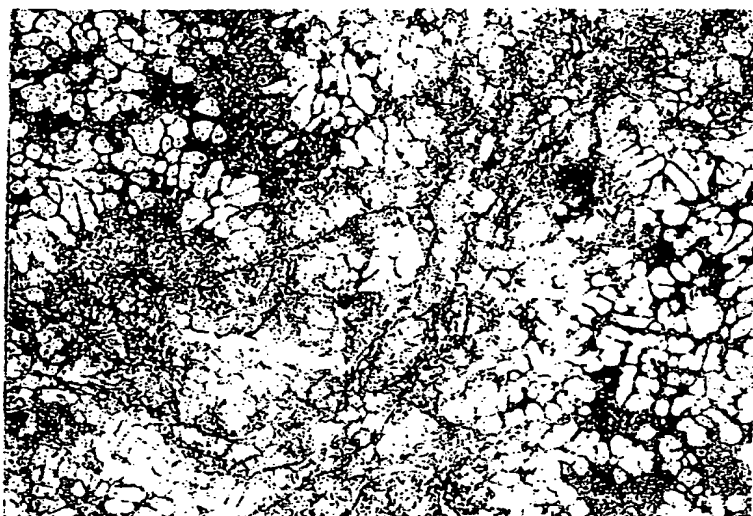
図 7



BEST AVAILABLE COPY

【図8】

図 8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 所望の機械的特性を有する自動車の足周り部品のような軽量高強度部材を製造し得るようにする。

【解決手段】 自動車の足周り部品などの軽量高強度部材の製造方法であって、S i を4.0 ～10.5重量％含有し、C u を0.3 ～1.3 重量％含有するアルミニウム合金の溶湯を鋳型内に加圧注入して予成形品を鋳造し、予成形品を鍛造型を用いて熱間鍛造加工により最終成形品を成形する。

【選択図】 図1

Ser./Pat/TM No. New Pat. Appln.

File No. 6731-01 (DKH)

Name Keiji Nakahara et al

Date Received:

1c672 U.S. PTO

10/040738

11/01/01

RECEIVED

JAN 25 2002

Hon. Commissioner of Patents

Sir:

Please acknowledge receipt of this paper by stamping the date received in the space indicated and returning this card to the addressee.

Respectfully,

McCormick, Paulding & Huber

McCormick, Paulding & Huber

☒ Certified Copy 2000-335713

☒ Petition Color Photos

☒ Application - patent (20 pgs)

☒ Amendment Prel.

☒ Final Fee 910 -

☒ 10 Patent Copies Decl. + POA

☒ Assgmt w/ PTO - 1619

☒ IOS w/ PTO - 1449 + Ref.

☒ Drugs. 1 set forms (6 sheets)

☒ w/ additional 2 sets of figs.

3 to 6

EXHIBIT C

【図3】

図 3

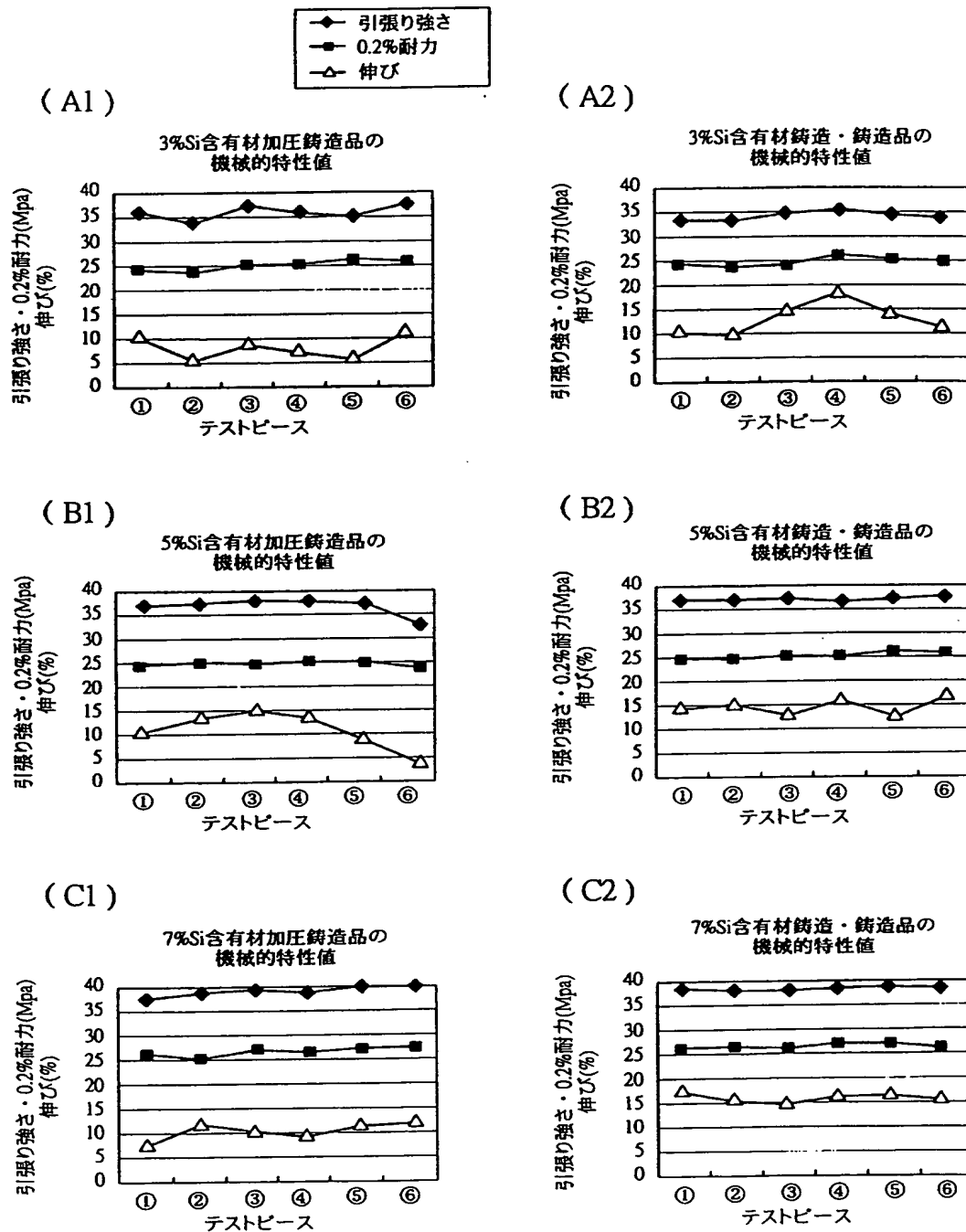


EXHIBIT D